كلية العلوم

القسم : علم الحياة

السنة : الثانية

المادة : اساسيات الفزيولوجيا حيوانية

المحاضرة : الثامنة/نظري/د.مرسال

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

2025

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

فيزيولوجيا الخلية العصبية-٢

- مقرر أساسيات فيزيولوجيا حيوانية
- المحاضرة التاسعة
- د. مرسال الشعار

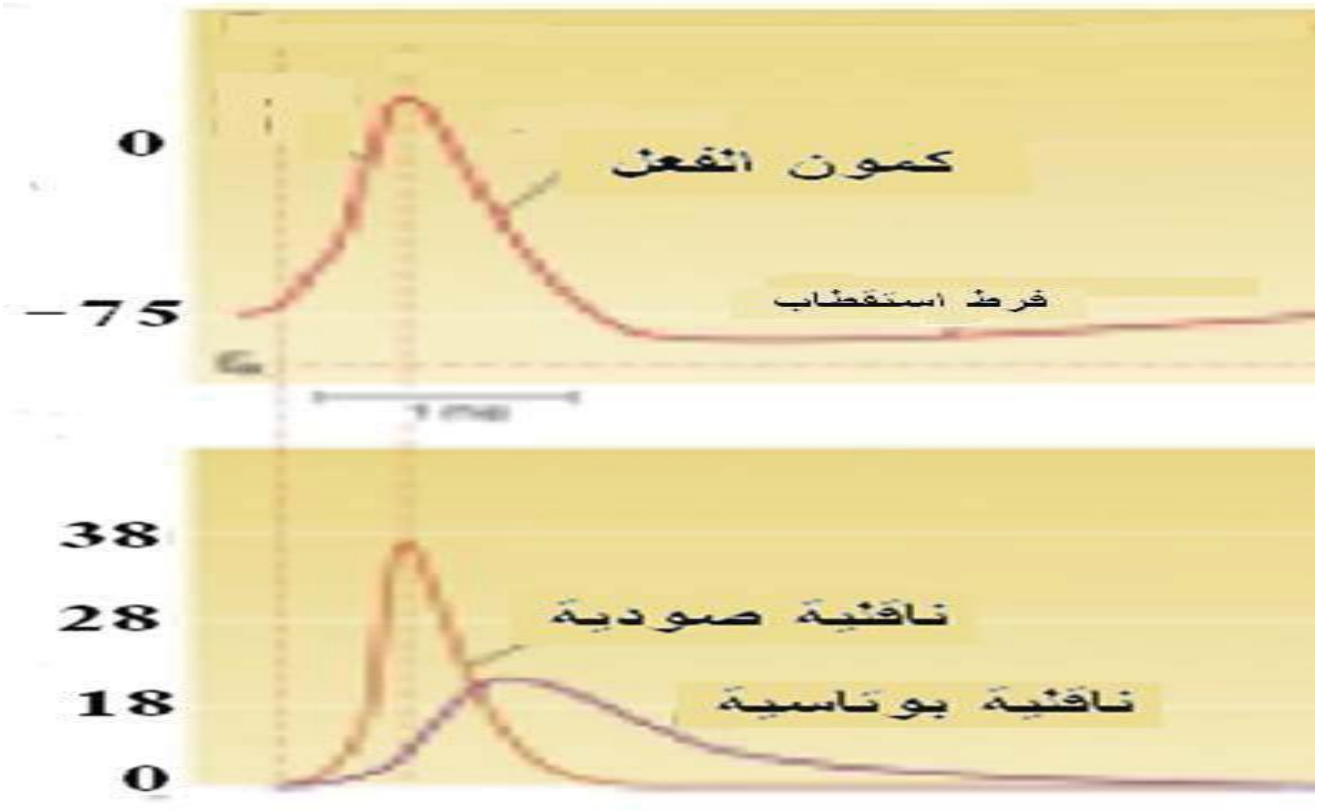
كمون العمل

- عند رفع شدة التيار الموجب المنبه لمحور العصبون إلى مستوى الشدة الحدية ، يحصل نزع استقطاب مفاجئ يتجه بكمون الغشاء إلى الصفر ويتجاوزه فيحصل عكس استقطاب قد تصل قيمته إلى ٤٠ ميلي فولت، ثم يعود بعدها الغشاء إلى حالة الاستقطاب الأساسية في كمون الراحة.
- **هذا التبدل المفاجئ والمؤقت في كمون الغشاء يسمى كمون الفعل أو الشوكة الكمونية.**
- **يتميز كمون الفعل** بأنه منتشر ينتقل على طول الليف العصبي.
- يسبب تبدل في نفاذية الغشاء للشوارد،حيث تزداد نفاذيته لشوارد الصوديوم فتفتح بوابات الصوديوم استجابة لكمون الفعل الكهربائي.

- تدخل شوارد الصوديوم بشكل مفاجئ إلى الخلية بفعل قوتي الانتشار والكهربائية الساكنة، فيحصل نزع استقطاب في الغشاء وتناقص فرق الكمون حتى يصبح فرق الكمون على جانبي الغشاء يساوي صفرا، ومع استمرار دخول الصوديوم يصبح الوسط الداخلي للخلية موجبا وهذا يعني عكس الاستقطاب، وهذا يتوافق مع الطور الصاعد لكمون العمل أو الشوكة الكمونية.

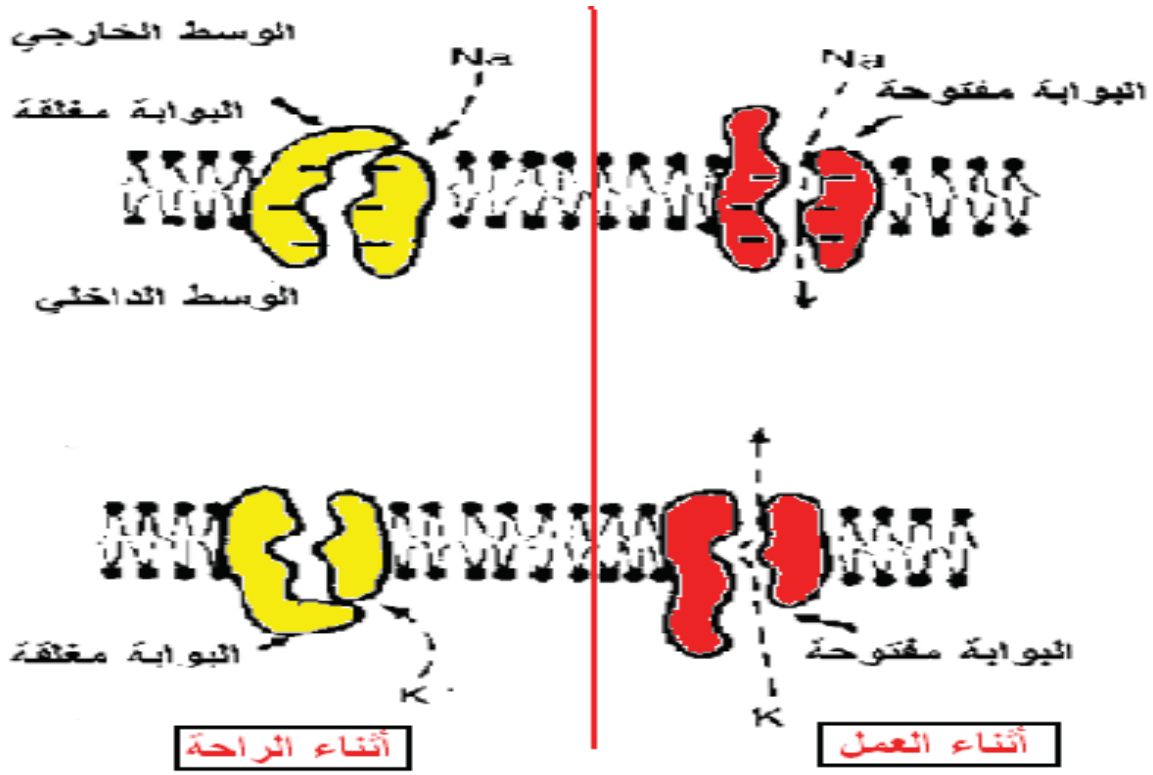
- عندها تفتح بوابات البوتاسيوم، فتخرج شوارد البوتاسيوم بشكل حر من الخلية إلى الخارج لتحقيق كمونها التوازني، وهذا يمثل الطور الهابط من الشوكة الكمونية. ويمكن أن يستمر نقل البوتاسيوم حتى عودة الغشاء لاستقطابه الأساسي أثناء الراحة.

علاقة ناقلية الغشاء مع نشوء كمون الفعل



- وتتوقف نفاذية الغشاء للصوديوم بعد وصوله للمدى الأعظمي.
- وعندما يصبح تركيز شوارد الصوديوم داخل الخلية أعلى من خارجها يبدأ عمل المضخات الصودية البوتاسية التي تعمل على نقل الصوديوم للخارج والبوتاسيوم للداخل بآلية النقل الفعال.
- **أثبت تجريبيا أن شوارد الصوديوم لها الدور الأكبر في تكوين كمونات الفعل وفي نقل السيالات العصبية.**

وضع البوابات الصودية والبوتاسية أثناء الراحة والعمل



- **توصف الخلايا العصبية بالقطبية لأن** الدفقات العصبية تنتقل على طول الليف العصبي على شكل كمونات فعل بدءا من منطقة المخروط المحوري حتى تفرعاته الانتهائية باتجاه واحد.
- ويجب أن تبلغ شدة الصدمات الكهربائية المنبهة قيمة عتبة التنبيه أو الشدة الحدية حتى تثير العصبون وتحدث كمون عمل في الخلية المنبهة.

قانون الكل أو اللاشيء

- في حال توليد كمون فعل في مستوى عتبة التنبيه فإن هذا الكمون يملك صفات الكمونات المتولدة بفعل منبهات فوق الشدة الحدية بحيث كل صدمة منبهة تولد في العصبون شوكة كمونية ذات سعة قصوى وإن زيادة شدة المنبه لاتزيد من سعة الشوكة الكمونية.
- أما إذا كانت شدة التنبيه أقل من عتبة التنبيه فلا تتأثر الخلية العصبية ولا تتشكل شوكة كمونية.
- **أما بالنسبة لكامل العصب**، فعند زيادة شدة التنبيه تزداد سعة الشوكة الكمونية المتولدة نتيجة زيادة عدد الألياف المنبهة في العصب لأن لكل ليف عتبة تنبيه مختلفة عن الآخر.
- وتصل سعة الشوكة الكمونية إلى قيمتها العظمى عند تنبيه جميع الألياف العصبية.

زمن الاستعصاء

- إذا نبهنا الليف بصدمتين متتاليتين الفاصل بينهما كبير تتشكل شوكة كمونية منتشرة عن كل صدمة.
- ولكن إذا نبهنا الليف بصدمتين الفاصل الزمني بينهما قصير جدا ،فإن استجابة الخلية للمنبه الأول تعدل من قابلية الاستجابة للمنبه الثاني حيث تأتي الصدمة الثانية في زمن صعود كمون الفعل الأول، وبالتالي فالعصبون لايستجيب للصدمة الثانية مهما بلغت شدة التنبيه، لأن الليف مازال تحت تأثير الصدمة الأولى.

- **يطلق على الفترة التي لايستجيب فيها العصبون للصدمة التالية اسم فترة الاستعصاء المطلق.**
- أما إذا جاءت الصدمة الثانية خلال زمن هبوط كمون الفعل فإنها تولد شوكة كمونية شرط أن يكون المنبه كاف لإحداث التنبيه.
- **يطلق على الفترة التي يستجيب فيها العصبون للصدمة التالية اسم فترة الاستعصاء النسبي.**
- تكمن أهمية زمن الاستعصاء في أنه يحدد التردد الأعظمي للدفقات العصبية المتشكلة والمنتشرة على طول الليف العصبي.
- **حيث تعتمد الجملة العصبية في إدراك المعلومات الحسية على تردد الدفقات التي تحملها الألياف العصبية من أعضاء الحس ولا تعتمد على سعة الدفقات العصبية كونها ثابتة.**

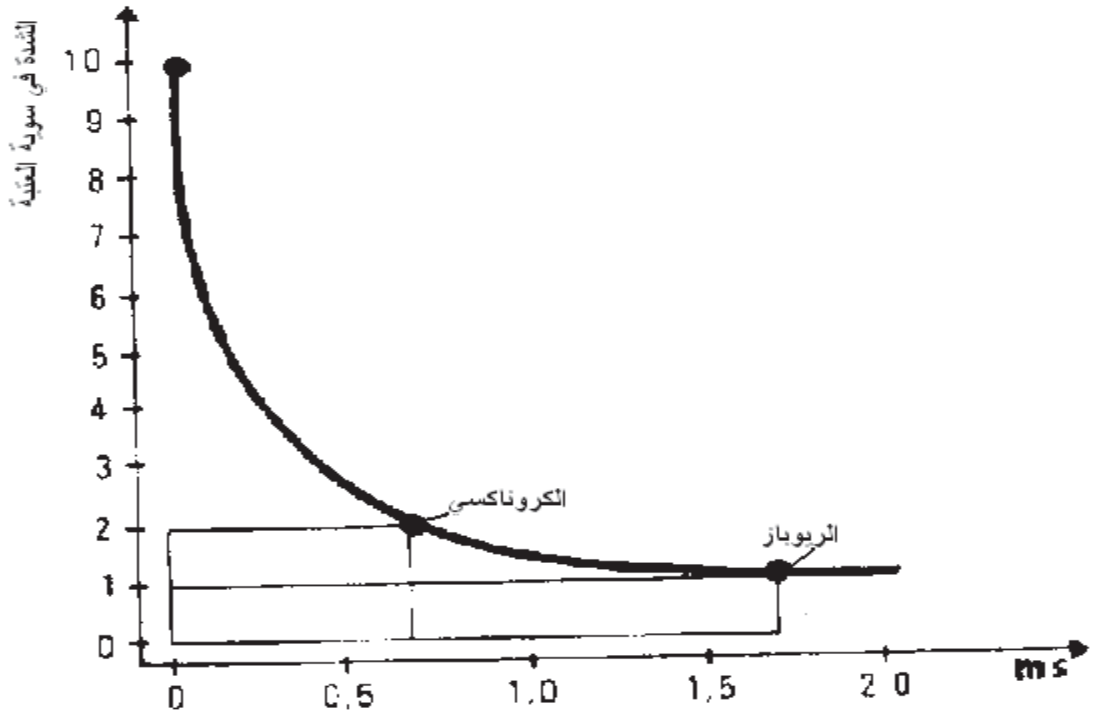
العلاقة بين قوة المنبه وزمن تأثيره

- ترتبط الشدة الحدية للتيار بزمن أدنى لمرور التيار لا يمكن دونه الوصول إلى عتبة التنبيه.
- فالتيارات ذات الشدة الضعيفة تحتاج زمن أكبر لحدوث التنبيه.

- هناك **شدة حدية للتيار لا يحدث دونها تنبيه مهما طال زمن التأثير تعرف بالشدة الدنيا أو الريوباز**

- وجد أن الكثير من النسج والأعصاب لها نفس قيم الريوباز، مما دفع الباحثين إلى إيجاد طريقة أفضل لتقدير قابلية التنبيه في النسج المختلفة.
- وهي **الكروناكسي:** تعرف بأنها مدة التأثير اللازمة لحدوث التنبيه في نسيج عندما يمر فيه تيار شدته ضعفي الريوباز. ويعتبر خاصة فيزيولوجية ذات أهمية في تقدير قابلية التنبيه .

العلاقة بين قوة المنبه وزمن تأثيره



زمن الممارسة في سوية العتبة مقدراً بالميلي ثانية

الاستجابات المتكررة وظاهرة التلاؤم

- تتميز الخلايا العصبية الحسية بظاهرة التكيف (التلاؤم) مع المنبه
- حيث تتلاءم المستقبلات الحسية مع المنبهات بعد فترة وجيزة من الزمن.
- **(التلاؤم)** : الظاهرة التي يتناقص فيها تواتر كمونات الفعل المتولدة في المستقبل أو تنعدم رغم استمرار تأثير المنبه عليها..
- هناك عدة أنماط من التلاؤم في المستقبلات:

أنماط المستقبلات حسب تلاؤمها

- **مستقبلات ذات تلاؤم سريع:** يتناقص تواتر كمونات الفعل المتولدة في الليف المتصل بالخلية الحسية بشكل مفاجئ رغم استمرار التنبيه.مثالها جسيمات باشيني.
- **مستقبلات ذات تلاؤم متوسط:** يتناقص تواتر كمونات الفعل المتولدة في الليف المتصل بالخلية الحسية بالتدريج دون الوصول لحد الانطفاء(الانعدام). مثالها مستقبلات الحرارة ومستقبلات مغازل العضلات.
- **مستقبلات عديمة التلاؤم (ذات تلاؤم بطيء جدا):** يستمر نقل الدفقات العصبية مادام التنبيه موجودا. مثالها مستقبلات الألم والمستقبلات الكيميائية الداخلية.

آلية انتقال الدفقات العصبية على طول الليف العصبي

- **النقل في الألياف عديمة النخاعين :** يساهم كامل الغشاء بعملية النقل لأن الحركات الشاردية المشكلة لكمون الفعل تنتقل بالتدريج على طول الغشاء مما يسبب بطء في النقل العصبي.
- **أما في الألياف النخاعية:** فتنتقل الكمونات على شكل قفزات بسبب وجود عقد رانفيه،حيث تحصل الحركات الشاردية في مستوى العقد فقط. مما يوفر الطاقة المستخدمة لعمل المضخات الشاردية الضرورية لعودة الغشاء لوضع الراحة، مما يعطي الألياف قدرة على نقل الدفقات بتردد عال لمدة طويلة.

سرعة النقل العصبي

- سرعة النقل تختلف من عصب لآخر ومن حيوان لآخر، كما أن سرعة النقل في الألياف العصبية تتناسب طردا مع قطرها ، وسرعة النقل في الألياف النخاعية أكبر بحوالي ستة أضعاف مثيلتها في الألياف عديمة النخاعين.

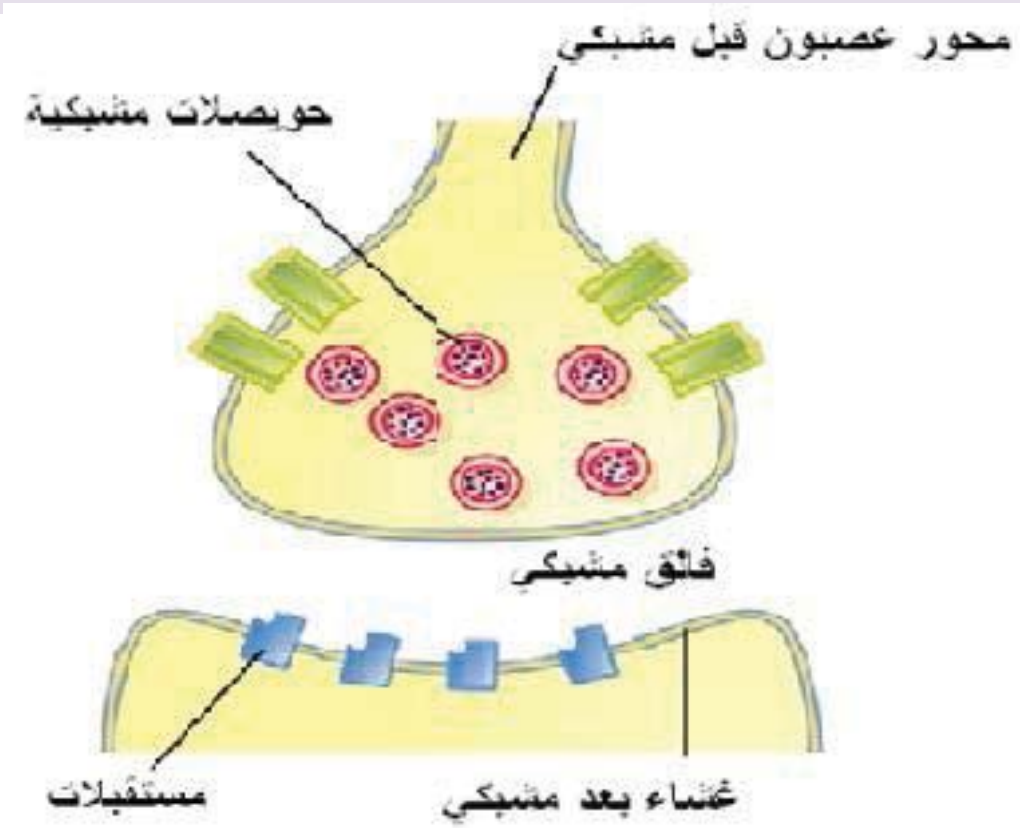
تصنيف الألياف العصبية

- يتألف العصب من عدد كبير من الألياف النخاعية وعديمة النخاعين المتفاوتة في حجمها وبسرعة نقلها للدفعات العصبية. واعتمادا على ذلك قسمت الألياف العصبية إلى ثلاث مجموعات:
- **ألياف المجموعة A:** هي ألياف نخاعية،قطرها أكبر من ٣ ميكرون. سريعة النقل العصبي، تصادف في الأعصاب المحركة للعضلات والأعصاب الحسية في العضلات والجلد.
- **ألياف المجموعة B:** هي ألياف نخاعية،قطرها بين ١- ٣ ميكرون. متوسطة السرعة في النقل العصبي، تصادف في الألياف قبل العقدية لأعصاب الجملة الودية.
- **ألياف المجموعة C:** هي ألياف **لا نخاعية**، قطرها أصغر من ١ ميكرون. بطيئة النقل العصبي، تصادف في الألياف بعد العقدية لأعصاب الجملة الودية والألياف الحسية للأعصاب الجسمية.

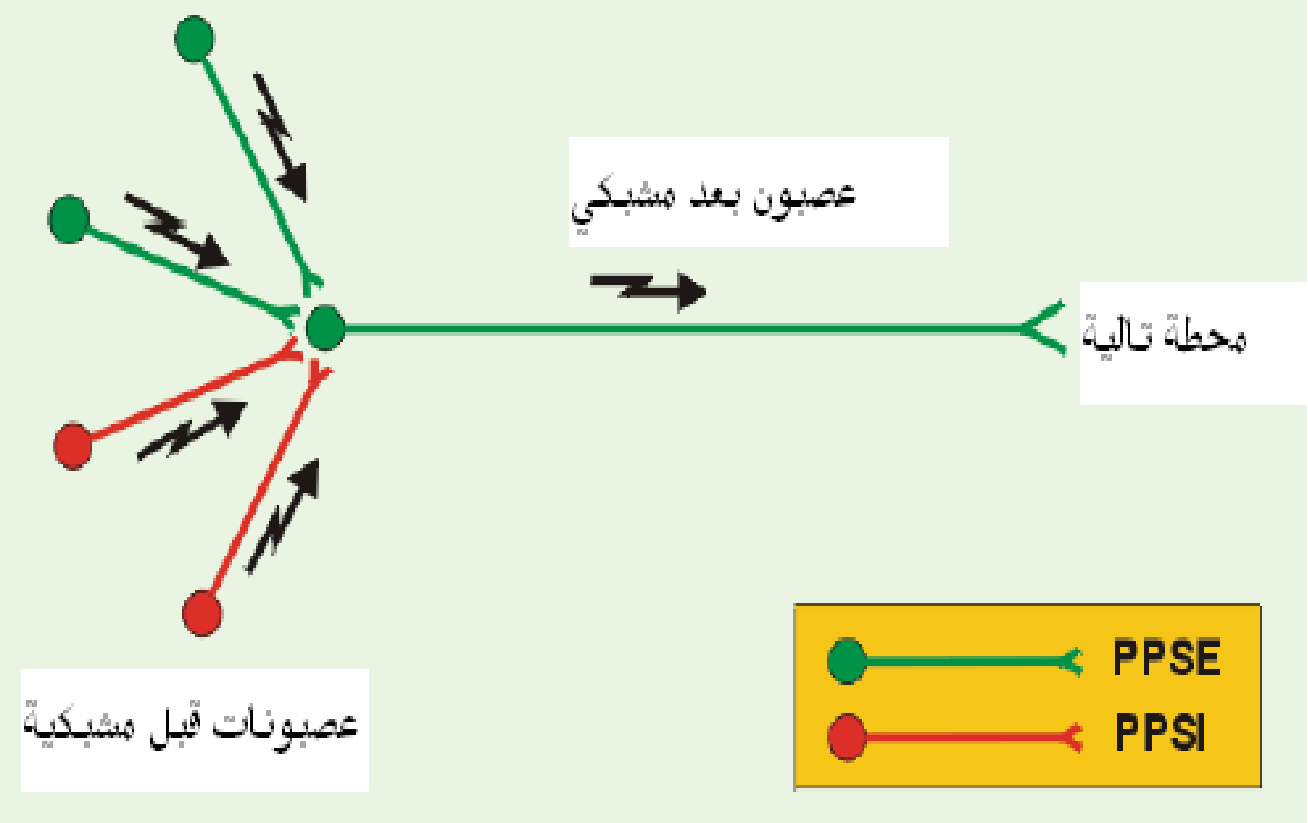
النقل المشبكي

- **المشبك العصبي:** هو منطقة اتصال متمايزة بين غشائي خليتين عصبيتين يسمح لإحداهما بالتأثير على الأخرى.
- يطلق غلى الخلية المؤثرة بوساطة المشبك اسم العصبون قبل المشبكي، والخلية الخاضعة للتأثير بالعصبون بعد المشبكي.
- يطلق على الحيز بين الخليتين اسم الفالق المشبكي.

تركيب المشبك العصبي



آلية نقل المعلومات العصبية عبر المشابك



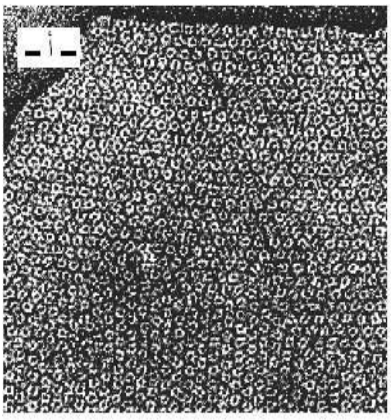
طبيعة المشابك العصبية

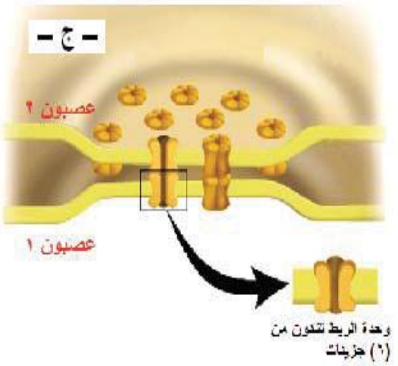
- يوجد نوعان من المشابك هما: المشابك الكهربائية والمشابك الكيميائية.
- **المشبك الكهربائي:** يتميزبقرب المسافة بين خليتين متجاورتين وبمقاومة كهربائية ضعيفة تسمح بمرور التيارات الشاردية عبر الفالق المشبكي مباشرة من خلية لأخرى بسرعة كبيرة، ويعمل بكلا الاتجاهين، يكثر عند اللافقاريات.

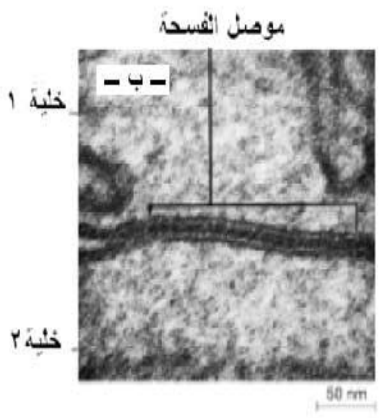
- **المشابك الكيميائية:** تكثر عند الفقاريات، عند وصول الدفقات العصبية إلى النهايات المحورية للعصبون تحض الحويصلات المشبكية على التحرك باتجاه الفالق المشبكي للوحدة قبل المشبكية فتطلق الأخيرة مادة كيميائية نوعية في الفالق تدعى الناقل العصبي تؤثر تأثيرا نوعيا في مستقبلات غشاء الخلية بعد المشبك مؤدية لتعديل ناقليتها للشوارد وتشكيل كمونات بعد مشبكية منبهة أومثبطة.

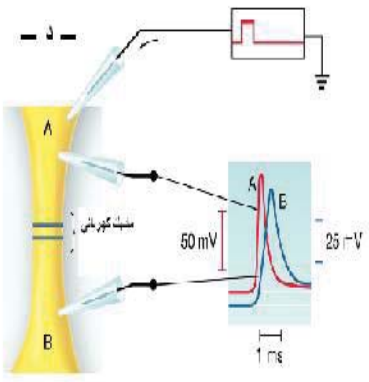
مشابك كهربائية

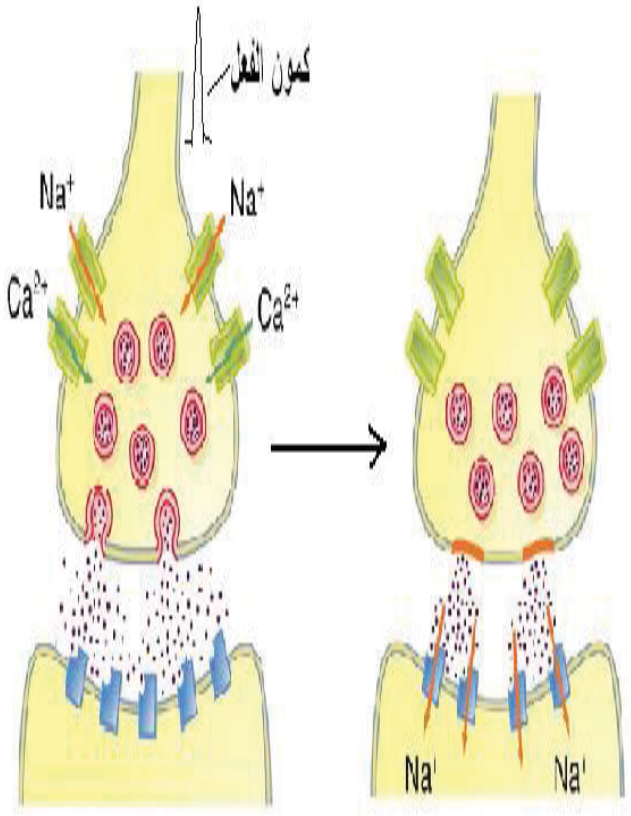
مشابك كيميائية











النواقل العصبية

- هي مواد كيميائية تحررها العصبونات قبل المشبكية في الفالق المشبكي.
- كل عصبون يركب نواقله العصبية بتفاعلات استقلابية نوعية تتم في جسم الخلية أو التفرعات الانتهائية.
- **تصنف النواقل العصبية بثلاث مجموعات:**
- وحيدات الأمين: مثل الأستيل كولين –الدوبامين- النورأادرينالين-الأدرينالين.
- أحماض أمينية: مثل حمض غاما أمينو بيوتريك أسيد-الهيستامين- السيروتونين.
- الببتيدات: مثل الأندروفين والأنكوفالين.

Thanks for your listening

THE END